

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي- سكيكدة-
الاختبار الأول في الديناميكا الحرارية
سنة أولى PEST

التمرين: 01 (04 نقاط)
ليكن التحول التالي:

$$1 \xrightarrow{\quad\quad\quad} 2$$

$V_1 = 2 \text{ litres}$	$V_2 = 10 \text{ litres}$
$T_1 = 298\text{K}$	$T_2 = T_1 = 298\text{K}$
$P_1 = 5 \text{ atm.}$	$P_2 = ? \text{ atm.}$

1- أحسب العمل إذا كان التحول عكوس وإذا كان التحول غير عكوس

التمرين: 02 (08 نقاط)

يمر واحد مول من الغاز المثالي بأربعة مراحل عكسية حيث المرحلتان 12 و 34 ثابت درجة الحرارة ، أما المرحلتان 23 و 41 كضومية. السعة الحرارية المولية $C_v = 5R/2$ ، $C_p = 7R/2$ ،

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.4 \quad \text{أما}$$

- أتمم جدول المتغيرات.

الحالة	$T^\circ\text{K}$	V litres	P atm.
1		10	4
2	$T_2 = T_1$		
3	$T_4 = T_3$		1
4			2

- أرسم محور $P=f(V)$ المسمى بمحور "كلايرون".
- احسب تغيير الطاقة الداخلية ، وكذا تغيير الإنتالبي، العمل و الحرارة لكل مرحلة.

التمرين: 03 (08 نقاط)

- ليكن التفاعل التالي



$$\Delta H_{r,298}^\circ = -725,2 \text{ kJ}$$

$$\Delta h_{f,298}^\circ (\text{H}_2\text{O, l}) = -285,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta h_{f,298}^\circ (\text{CO}_2, \text{g}) = -393,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

1- أحسب أنتالبي التكوين ل CH_3OH

2- أحسب أنتالبي التفاعل عند 60°C

3- أحسب أنتالبي التفاعل عند 127°C بإستعمال الحلقة

$$\Delta h_{\text{vap}, 373}^\circ (\text{H}_2\text{O, l}) = 44 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta h_{\text{vap}, 337,5}^\circ (\text{CH}_3\text{OH, l}) = 35,4 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$C_p (\text{H}_2\text{O, l}) = 75,2 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$C_p (\text{H}_2\text{O, g}) = 38,2 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$C_p (\text{CH}_3\text{OH, l}) = 81,6 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$C_p (\text{CH}_3\text{OH, g}) = 53,5 \text{ J mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$C_p (\text{O}_2, \text{g}) = 34,7 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

$$C_p (\text{CO}_2, \text{g}) = 36,4 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

تصحيح الاختبار الأول فى الديناميكا الحرارية سنة أولى PEST

التمرين: 01

العمل إذا كان التحول عكوس

$$W_{rev}(1 \rightarrow 2) = -\int_1^2 P_{ext} dV = -\int_1^2 P_{gaz} dV = -\int_1^2 \frac{nRT}{V} dV = -nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = -P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W_{rev}(1 \rightarrow 2) = (-5.1,013 \cdot 10^5) \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \ln 10/2 = -1630,4J$$

P en Pascal et V en m³ => P.V en Joules

$$W_{rev}(1 \rightarrow 2) = -1630,4J$$

العمل إذا كان التحول غير عكوس

$$P_{ext} = P_{final} = \text{Constante}$$

$$W_{irrev}(1 \rightarrow 2) = -\int_1^2 P_{ex} dV = -\int_1^2 P_{gaz} dV = -\int_1^2 P_{final} dV = -P_{final} \int_1^2 dV = -P_2(V_2 - V_1)$$

$$P_{ext} = P_{final} = P_2 = \text{Cte}$$

$$W_{irrev}(1 \rightarrow 2) = -1.1,013 \cdot 10^5 \cdot (10 - 2) \cdot 10^{-3} = -810,4 J$$

حل التمرين: 02

$$T_2 = 4.10/0.082 = 121.95^\circ K \quad \text{و} \quad P_1 \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1$$

$$T_2 = T_1$$

$$T_3 = T_4$$

المرحلة 41 كضومية، نكتب

$$V_4 = 16.4 \text{ litres} \quad \text{و منه} \quad V_4^\gamma = \frac{P_1}{P_4} \cdot V_1^\gamma = \frac{4}{2} \cdot 10^{1.4} \quad \text{و منه} \quad P_4 V_4^\gamma = P_1 V_1^\gamma$$

$$T_4 = P_4 \cdot V_4 / nR = 2 \cdot 16.4 / 0.082 = 400.16^\circ K$$

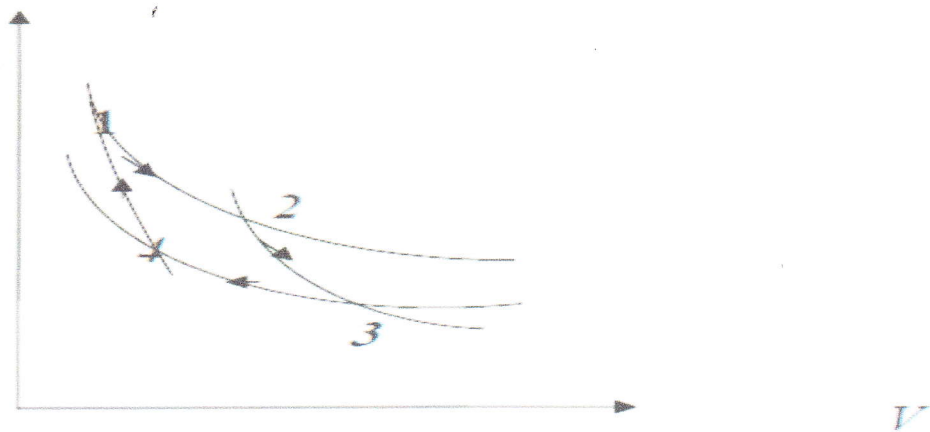
$$V_3 = nRT_3 / P_3 = 0.082 \cdot 400.16 / 1 = 32.8 \text{ litres}$$

المرحلة 32 كضومية، نكتب

$$V_2 = 20 \text{ litres} \quad \text{و منه} \quad V_2^{0.4} = \frac{T_3}{T_2} \cdot V_3^{0.4} = \frac{400.16}{487.8} \cdot 32.8^{0.4} \quad \text{و منه} \quad T_2 \cdot V_2^{\gamma-1} = T_3 \cdot V_3^{\gamma-1}$$

$$P_2 = nRT_2 / V_2 = 0.082 \cdot 487.8 / 20 = 2 \text{ atm}$$

الحالة	T °K	V litres	P atm.
1	487.8	10	4
2	487.8	20	2
3	400.16	32.8	1
4	400.16	16.4	2



حساب تغيير الطاقة الداخلية :

$$\Delta U = n.Cv.(T_f - T_i)$$

$$(T_3=T_4), \Delta U_{34} = 0 \quad \text{و} \quad (T_1=T_2), \Delta U_{12} = 0$$

$$\Delta U_{23} = 1 \cdot \frac{5R}{2} (T_3 - T_2) = 5 \cdot (400.16 - 487.8) = -438.2 \text{ cal}$$

$$\Delta U_{41} = 1 \cdot \frac{5R}{2} (487.8 - 400.16) = 438.2 \text{ cal}$$

حساب تغيير الانتالبية :

$$\Delta H = n.Cp.(T_f - T_i)$$

$$(T_1=T_2) \Delta H_{41} = 0 \quad \text{و} \quad (T_1=T_2), \Delta H_{12} = 0$$

$$\Delta H_{23} = 1 \cdot \frac{7R}{2} (400.16 - 487.8) = -613.48 \text{ cal}$$

$$\Delta H_{41} = 1 \cdot \frac{7R}{2} (487.8 - 400.16) = 613.48 \text{ cal}$$

حساب العمل :

$$(W = - \int_1^f P.dV)$$

$$W_{12} = -nRT_1 \ln V_2/V_1 = -2 \cdot 487.8 \cdot \ln 20/10 = -676.23 \text{ cal}$$

$$W_{23} = \Delta U_{23} = -438.2 \text{ cal}$$

$$W_{34} = -nRT_3 \ln V_4/V_3 = -2 \cdot 400.16 \cdot \ln 16.4/32.8 = +554.74 \text{ cal}$$

$$W_{41} = \Delta U_{41} = +438.2 \text{ cal}$$

حساب الحرارة :

$$Q = \Delta U - W ()$$

$$Q_{12} = +676.23 \text{ cal}$$

$$Q_{23} = 0 \text{ مرحلة كضومية}$$

$$Q_{34} = -554.74 \text{ cal}$$

$$Q_{41} = 0 \text{ مرحلة كضومية}$$

أنتالبي التكوين ل CH_3OH

$$1. \Delta H_{r, 298K}^{\circ} = \sum n_i \Delta h_{f, 298K}^{\circ} (\text{produits}) - \sum n_j \Delta h_{f, 298K}^{\circ} (\text{réactifs})$$

$$\Delta H_{f,298}^{\circ} = \Delta h_{f,298}^{\circ}(\text{CO}_2, \text{g}) + 2\Delta h_{f,298}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta h_{f,298}^{\circ}(\text{CH}_3\text{OH}, \text{l}) - 3/2 \Delta h_{f,298}^{\circ}(\text{O}_2, \text{g})$$

$$\Delta h_{f^{\circ},298}(\text{CH}_3\text{OH},\text{l}) = \Delta h_{f^{\circ},298}(\text{CO}_2,\text{g}) + 2\Delta h_{f^{\circ},298}(\text{H}_2\text{O},\text{l}) - \Delta H^{\circ}_{r,298}$$

$$\Delta h_{f,298}^{\circ}(\text{CH}_3\text{OH},l) = -238,7 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

أنتالبي التفاعل عند 60°C

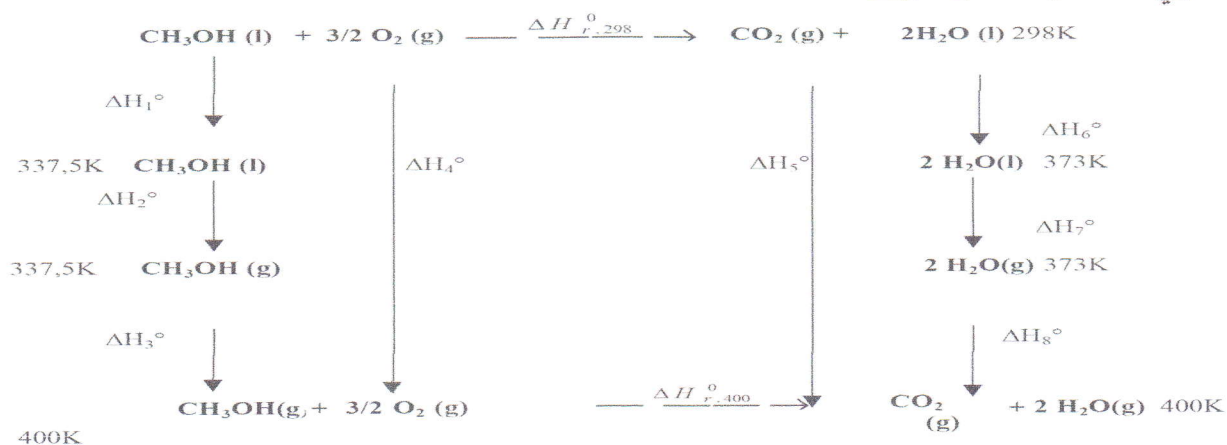
$$\Delta H_{r,333}^{\circ} = \Delta H_{r,298}^{\circ} + \int_{298}^{333} \Delta C_p dT$$

Avec $\Delta C_p = \sum n_i C_p (\text{produits}) - \sum n_i C_p (\text{réactifs})$

$$\Delta C_p = C_p(\text{CO}_2, \text{g}) + 2 C_p(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - C_p(\text{CH}_3\text{OH}, \text{l}) - 3/2 C_p(\text{O}_2, \text{g})$$

On trouve $\Delta H^\circ_{r,333} = -723,34 \text{ kJ}$

أنتالبي التفاعل عند 127°C



$$\Sigma \Delta H_i (\text{cycle}) = 0$$

$$\Delta H^\circ_1 + \Delta H^\circ_2 + \Delta H^\circ_3 + \Delta H^\circ_4 + \Delta H^\circ_{400K} - \Delta H^\circ_{298} - \Delta H^\circ_5 - \Delta H^\circ_6 - \Delta H^\circ_7 - \Delta H^\circ_8 = 0$$

$$\Delta H^{\circ}_{r,400K} = \Delta H^{\circ}_{r,298} + \Delta H^{\circ}_5 + \Delta H^{\circ}_6 + \Delta H^{\circ}_{7+} + \Delta H^{\circ}_{8-} - \Delta H^{\circ}_1 - \Delta H^{\circ}_2 - \Delta H^{\circ}_3 - \Delta H^{\circ}_4$$

$$\Delta H_1^0 = \int_{298}^{337,5} C_P(CH_3OH, l) dT$$

$$\Delta H_1^0 = 81,6 (337,5 - 298) = 3223,2 \text{ J}$$

$$\Delta H_2^0 = n \cdot \Delta h_{\text{vap}, 337.5}^\circ (\text{CH}_3\text{OH}, 1)$$

$$\Delta H^\circ_2 = 1.35,4 \cdot 10^3 = 35400 \text{ J}$$

$$\Delta H_3^0 = \int_{337,5}^{400} C_p(CH_3OH, g) dT$$

$$\Delta H^\circ_3 = 53,5 (400 - 337,5) = 3343,75 \text{ J}$$

$$\Delta H_4^0 = \int_{298}^{400} \frac{3}{2} C_P(O_2, g) dT$$

$$\Delta H^{\circ}_4 = 3/2(34,7)(400-298) = 5309,1J$$

$$\Delta H_5^0 = \int_{298}^{1273} C_P(CO_2, g) dT$$

$$\Delta H^\circ_5 = 36,4 (400-298) = 3712,8 \text{ J}$$

$$\Delta H_6^0 = \int_{298}^{373} 2C_p(H_2O, l) dT$$

$$\Delta H^\circ_6 = 2.75,2 (373-298) = 11280\text{J}$$

$$\Delta H^\circ_7 = 2 \Delta h^\circ_{\text{vap}, 373} (\text{H}_2\text{O}, 1)$$

$$\Delta H^\circ_7 = 2.44 \cdot 10^3 = 88000 \text{ J}$$

$$\Delta H_8^0 = \int_{373}^{400} 2C_P(H_2O, g) dT$$

$$\Delta H^\circ_8 = 2.38,2 (400 - 373) = 2062,8 \text{ J}$$

On trouve alors $\Delta H^\circ_{r,400} = -667420,45\text{J} = -667,42\text{kJ}$